

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

J1002 U.S. PRO  
09/821605  
03/29/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 3月30日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-095508

出 願 人

Applicant(s):

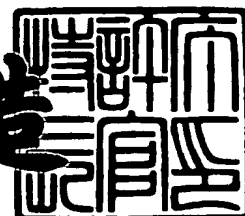
シャープ株式会社

#2  
28 Sep 01  
R. Talbot

2001年 1月19日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2000-3112536

【書類名】 特許願

【整理番号】 00J00354

【提出日】 平成12年 3月30日

【あて先】 特許庁長官 近藤 隆彦 殿

【国際特許分類】 H01L 27/14

【発明の名称】 電荷量検出回路

【請求項の数】 2

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

【氏名】 高橋 昌之

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

【氏名】 岡田 久夫

【特許出願人】

【識別番号】 000005049

【氏名又は名称】 シャープ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100080034

【弁理士】

【氏名又は名称】 原 謙三

【電話番号】 06-6351-4384

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 003229

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9003082

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電荷量検出回路

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電荷検出増幅器の後段に低域フィルタ回路を設け、さらにその後段に電圧増幅回路を設けた電荷量検出回路において、

低域フィルタ回路を構成する要素の一部が、電圧増幅回路を構成する要素の一部を兼務していることを特徴とする電荷量検出回路。

【請求項 2】

上記電圧増幅回路の増幅率が増大するにつれて、上記低域フィルタ回路の時定数も増大することを特徴とする請求項 1 記載の電荷量検出回路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、X線センサ等の画像センサ等に用いられる電荷量検出回路に関するものである。

【0002】

【従来技術】

一般的な 2 次元行列構造の画像センサの概略の構成を、図 1 3 および、本発明を説明するための図である図 1 ないし図 9 を用いて説明する。この画像センサは、例えば X 線を検出する X 線センサとして機能させ、X 線診断装置等で用いることができる。

【0003】

図 1 に示す画像センサ 4 8 は、硝子基板 5 0 の上に、光電変換層 5 4 およびバイアス電極 5 2 が形成されて構成されている。光電変換層 5 4 は、たとえば非晶質セレン（以下 a-Se と記す）の薄膜などで形成されており、バイアス電極 5 2 は X 線を透過する金属膜、たとえば金等の導体膜で形成されている。硝子基板 5 0 の光電変換層 5 4 側の面には、行列上に配置された画素電極 5 6、蓄積容量（画素容量）1 7 およびスイッチ素子 1 8 と、走査線（行）1 0 およびデータ線

(列) 1 2 が形成されている。そして、走査線 1 0 およびデータ線 1 2 は、それぞれ走査駆動器 (ゲートドライバ) 1 4 および読み取り回路 1 6 に接続されている。

#### 【 0 0 0 4 】

このように、画像センサ 4 8 は、光電変換層 5 4 と蓄積容量 1 7 とを主体とした、X線等の光子を電荷に変換して蓄積する光電変換部と、その光電変換部からの電荷の信号を読み取る読み取り回路 (電荷量検出回路) 1 6 とを備えた構成となっている。

#### 【 0 0 0 5 】

画素電極 5 6 は、スイッチ素子 1 8 を介してデータ線 1 2 に接続されており、スイッチ素子 1 8 のスイッチング動作は走査駆動器 1 4 から走査線 1 0 を介して供給される電圧により行われる。したがって、スイッチ素子 1 8 として一般に用いられる薄膜トランジスタ (以下、T F T と記す) の場合には、T F T のソースは画素電極 5 6 に、ドレインはデータ線 1 2 に、ゲートは走査線 1 0 にそれぞれ接続されることになる。なお、以下ではスイッチ素子 1 8 としては T F T が用いられているものとして説明する。

#### 【 0 0 0 6 】

図 2 は、図 1 における A - A 線矢視断面図である。絶縁膜 5 8 を介して画素電極 5 6 と対向する位置に補助電極 6 0 が設けられており、画素電極 5 6 との間で蓄積容量 1 7 を構成している。この補助電極 6 0 は、全画素 2 2 において共通の基準電位 ( $V_{ref}$ ) となるように配線されている。また、バイアス電極 5 2 は画素電極に対して高電圧、例えば数千ボルトを印加できるようになっている。

#### 【 0 0 0 7 】

上記のような画像センサ 4 8 に、X線光子 6 8 がバイアス電極 5 2 側から入射すると、バイアス電極 5 2 を透過した X線光子 6 8 は、光電変換層 5 4 において電子と正孔の対を発生させる。ここで、バイアス電極 5 2 に正の電圧が印加されているときは正孔が、負の電圧が印加されているときは電子が画素電極 5 6 側に移動し、光子 6 8 の入射位置に対応する位置にある画素電極 5 6 に達する。画素電極 5 6 に達した正孔または電子は、蓄積容量 1 7 にて保持される。蓄積容量 1

7にて保持された正または負の電荷（以下、信号電荷と称す）は、T F Tからなるスイッチ素子1 8がオンとなることでデータ線1 2に流出し、データ線1 2に接続された読み取り回路1 6によってその電荷量（信号電荷量）が読み取られる。

#### 【0 0 0 8】

走査駆動器1 4が所定の一本の走査線1 0にハイの電圧を出力すると、その走査線1 0に接続された全てのT F Tがオン状態になり、各蓄積容量1 7に保持されている信号電荷が、対応するそれぞれのデータ線1 2に流出する。走査駆動器1 4が各走査線1 0に順次ハイの電圧を出力することで全ての画素電極5 6のデータが読み取られ、一枚の画像データの読み取りが行われる。

#### 【0 0 0 9】

上記の画像センサ4 8に用いられる読み取り回路1 6に関して説明する。図3は、電荷量の読み取りに使われる電荷検出増幅器（Charge Sensitive Amplifier、以下C S Aと称す）2 0の基本的な構造を示した回路図である。演算増幅器2 0 aの反転入力と出力とは帰還容量2 0 bを介して互いに接続されており、負帰還回路を構成している。また、帰還容量2 0 bと並列にリセットスイッチ2 0 cが接続されており、帰還容量2 0 bに蓄積された電荷を放電してリセットすることができる。データ線1 2は演算増幅器2 0 aの反転入力に接続されており、非反転入力基準電位であるG N Dに接続されている。

#### 【0 0 1 0】

図4は、T F Tからなるスイッチ素子1 8と、蓄積容量1 7とを含めた画素2 一つ当たりの読み取りの等価回路図であり、図5は、図4における読み取り動作のタイミングチャートおよびC S A 2 0の出力電位を表すグラフである。図4において、画素2 2は第i行目の走査線1 0である走査線1 0 iおよび第j列目のデータ線1 2 jに接続された画素であるものとする。なお、C d 1は、データ線1 2 jの容量を表す。図5で、G（i）は走査線1 0 iに出力される電圧を表し、またR s tはリセットスイッチ2 0 cに出力されるリセット信号を表す。

#### 【0 0 1 1】

読み取り動作は、まずリセットスイッチ2 0 cがオンとなることで開始される

(A期間)。これによりそれ以前の動作で帰還容量 20 b に蓄積されていた電荷を放電してリセットし、CSA 20 の出力電位は GND すなわち 0 となる。次に、Rst がローになってから (D期間)、G (i) にハイの電圧が出力されて TFT のスイッチ素子 18 がオンとなり、蓄積容量 17 に蓄積されていた信号電荷 ( $-Q$ ) がデータ線 12 j に流出する。演算増幅器 20 a は、データ線 12 j に流出した電荷 ( $-Q$ ) が全て帰還容量の入力側の電極に集まるように動作し、その結果、帰還容量の出力側の電極には、等量で逆極性の電荷 ( $+Q$ ) が現れる。結局、CSA 20 の出力には、信号電荷に対応する電荷である  $Q$  を帰還容量 20 b の容量値で割った電位が現れる (B期間)。この電位を読み取ることで、信号電荷量を電位として検出できる。その後、この行の G (i) にローの電圧が出力されてからしばらくして (C期間)、次の行の読み取り動作のために Rst が再度リセットされ、それに伴い CSA 20 の出力電位は GND に戻る。

#### 【0012】

ここで、相関 2 重サンプリング (Correlated Double Sampling: 以下 CDS と略す) と呼ばれる電位読み取り方法について簡単に説明する。もし、図 4 に示す読み取り回路系が完全であれば、C 期間で読み取られた電位は正確に信号電荷量に相当するはずである。しかしながら実際には、リセット後の D 期間において、CSA 20 の出力電位は完全に GND とはならず、オフセットが存在する。オフセットの原因としては、演算増幅器 20 a 自体の持つフリッカ雑音やオフセット、リセットスイッチ 20 c や TFT (スイッチ素子 18) の開閉に伴うフィードスルー現象などがある。フィードスルー現象とは、MOS スイッチに本質的に付随する現象であり、オン時にゲート・ソース間容量とゲート・ドレイン間容量とによって拘束されていたチャネル電荷が、ゲート電圧が下がることによってその拘束を解かれ、ドレインとソースとの回路側に流出する現象である。

#### 【0013】

上記 CDS は、図 5 の smp1 と smp2 とで示したタイミングで CSA 20 の電位をそれぞれ読み取り、smp2 で読み取った電位と smp1 で読み取った電位との差を求めることで、smp1 と smp2 との間の期間での CSA 20 の電位変動量を正確に求めることができる。CDS を行うことにより、D 期間に存

在するオフセットを取り除けるということは、すなわち、D期間におけるオフセットが0という理想回路系において、C期間に1回のみ電位を読み取る場合と等価として扱えるということである。なお、CDSは本発明とは直接的な関係はないので、以下では説明を単純化するため、CDSによって等価として扱える理想回路系において、読み取りをC期間に1回のみ行うものとして説明する。

## 【0014】

図13に、信号電荷がデジタルデータとして出力されるまでの1入力対応の読み取り回路（単位読み取り回路と称する）の回路構成図を示す。CSAの出力は必要に応じて電圧増幅回路（メインアンプ）（MA）で増幅され、サンプルホールド回路（S/H）にてサンプリングされ保持される。保持されたデータ電圧はマルチプレクサを介してAD（アナログデジタル）変換器（ADC）に入力されデジタル値に変換され、データラッチ回路（DL）にて保持される。なお、マルチプレクサは、1つのADCに複数の入力端子を割り当てるために用いられるものであり、回路の本質的なものではない。したがって、例えば各入力端子に1対1に対応してADCを構成する場合には不要となる。

## 【0015】

MAは、CSAの出力電圧が小さい場合に、それ以降の回路が動作するのに十分な大きさの電圧範囲にまで信号電圧を増幅するために設けられている。

## 【0016】

X線撮影装置の一般的な用途である静止画像撮影（撮影モード）の場合には照射するX線の線量が十分に大きい。したがってそのデータの信号電荷量も大きく、CSAに十分大きな電圧が現れるため、MAは必ずしも必要ではない。しかし、動画像を得るための撮影（透視モード）の場合では、秒単位から分単位の期間、X線を照射し続ける必要があり、X線の総照射量を抑えるため、撮影モードより2桁ほど弱いX線が用いられている。したがって、透視モードでの信号電荷量は、撮影モードに比して極めて小さく、MAが必要となる。なお、図13ではMAを1つのブロックで表しているが、増幅率によっては2段以上の構成が用いられることもある。

## 【0017】



図6に、典型的なMAの構成例を示す。同図はオペアンプの反転増幅回路を用いたものであり、抵抗 $R_b$ と $R_a$ の比( $R_b/R_a$ )によって増幅率が決定される。

#### 【0018】

図7に、 $a-Se$ 光電変換層のX線量(X線強度)に対する信号電荷量の例を示す。なお、縦軸の絶対的な値は、光電変換層の膜厚、印加するバイアス電圧、画素サイズによって変わる。直線Aは信号電荷量であり、直線Bは量子雑音である。この例の場合、 $0.1\mu R$ のX線量では信号電荷量は $8000e-rms$ 程度しか発生しないが、線量が $30\mu R$ の場合には $1,000,000e-rms$ 程度の信号電荷量が発生することが分かる。なお、 $1R$ (レントゲン)は、 $1cm^3$ の空気に単位電荷を発生させるのに必要なX線の放射線量であり、 $2.58 \times 10^{-4}C/kg$ に相当する。また、 $e-rms$ は、 $rms$ (root mean square、平方自乗平均、根平均自乗)で表した電子数であり、換言すれば、発生(検出)する電子数の期待値である。ここで、 $0.1\mu R$ は、透視モードにおける最低線量であり、 $30\mu R$ は撮影モードにおける最低線量であることを考えれば、透視モードで発生する信号電荷量は、透視モードのそれに対してほぼ $1/100$ 程度の大きさとなることが分かる。これをCSAの出力に現れる電圧に換算すれば、帰還容量 $C_f$ を $10pF$ とした場合、それぞれ $0.128mV$ 、 $16mV$ となる。この場合、MAの倍率を $100$ 倍程度に設定することで、サンプルホールド回路以降の動作電圧範囲を撮影モードとほぼ同一とすることができる。

#### 【0019】

ところで、発生する量子雑音は、信号電荷量に対して $1/2$ の傾きで増加しており、線量が強くなるほど雑音が相対的に小さくなっていく。一般に撮影モードでは透視モードの $300$ 倍程度の線量が使用されており、この場合、撮影モードの量子雑音は透視モードの量子雑音に対して相対的に $1/17$ ほど小さくなるということを意味する。逆に言えば、透視モードにおける雑音は、撮影モードの場合に対してはるかに厳しい対策を必要とすることが分かる。

#### 【0020】

次に、読み出し回路16によって発生する雑音について説明する。

## 【 0 0 2 1 】

C S A (電荷検出増幅器 2 0) を構成する演算増幅器 2 0 a は、それ自体が雑音電力を発生する。その主な要因は、演算増幅器 2 0 a を構成する素子が発生する熱雑音であり、高い周波数まで伸びた白色雑音として回路に現れる。雑音電力は、回路の周波数帯域の平方根に比例するため、不必要な高域周波数をカットすることで出力雑音を低減することができる。例えば、C S A からサンプルホールド回路に至る回路系の周波数帯域が 1 0 M H z である場合と 1 0 0 k H z である場合とを比較すると、他の条件が同一であれば、雑音電力は前者が後者の 1 0 倍大きくなってしまう。したがって、回路系の周波数帯域は不必要に広げないこと、換言すれば、回路の動作に不要な高域周波数はカットすることが望ましい。

## 【 0 0 2 2 】

不必要な高域周波数をカットするためには、低域通過フィルタ (L P F) を用いばよい。L P F を設ける位置としては、雑音理論上、回路のできるだけ上流に設けると効果が大きい。したがって、図 8 に示す単位読み取り回路のように、C S A と M A の間に設けることが考えられる。

## 【 0 0 2 3 】

## 【発明が解決しようとする課題】

図 9 に、最も単純な L P F である一次の L P F の構造を示す。このように一次の L P F は抵抗 R と容量 C とによって構成されており、L P F に要する面積がそのまま L S I の面積の増大分となってしまう。ところで、センサの画素ピッチは、医療用 X 線装置の場合、1 5 0  $\mu$  m から 1 0 0  $\mu$  m 程度で、データ線や走査線の本数は、たとえば 1 0 0 0 本から 3 0 0 0 本ほどにもなる。図 1 3 または図 8 で示した単位読み取り回路はデータ線ごとに設ける必要があるので、各単位読み取り回路に許されるスペースの幅もこの大きさ以下に限定される。この限定されたスペースに L P F を設けることは必ずしも容易ではなく、また可能であっても、その増大分チップサイズが増大することは避けられないので、その分、製造コストの増大を招くことになる。

## 【 0 0 2 4 】

本発明は、上記課題に鑑みなされたものであり、その目的は、L P F を設ける

ことによるチップサイズの増大を可能な限り圧縮し、かつそれによってチップコストの増大も可能な限り抑えることのできる電荷量検出回路を提供することにある。

#### 【0025】

##### 【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するため、本発明の電荷量検出回路は、電荷検出増幅器の後段に低域フィルタ回路を設け、さらにその後段に電圧増幅回路を設けた電荷量検出回路において、低域フィルタ回路を構成する要素の一部が、電圧増幅回路を構成する要素の一部を兼務していることを特徴としている。

#### 【0026】

上記の構成により、低域フィルタ回路を構成する要素の一部が、電圧増幅回路を構成する要素の一部を兼務している。したがって、その兼務された素子の分だけ、チップサイズを縮小することができる。それゆえ、低域フィルタ回路を設けることによるチップサイズの増大を可能な限り圧縮し、かつそれによってチップコストの増大も可能な限り抑えることができる。

#### 【0027】

また、本発明の電荷量検出回路は、上記の構成に加えて、上記電圧増幅回路の増幅率が増大するにつれて、上記低域フィルタ回路の時定数も増大することを特徴としている。

#### 【0028】

一般に、低域フィルタ回路は、雑音量を低減する効果は直接的で大きいですが、検出すべき電圧に誤差を生じさせてしまうという副作用がある。特に、抵抗と容量とからなる一次のフィルタ回路には、パルス入力に対して履歴特性が存在し、パルス入力ごとに微妙に時定数が変化してしまう。その変化の大きさは、特に容量の構造に依存するため一概にはいえないが、時定数が大きくなるほど変化も大きくなってしまう。ここに1つの例を挙げてみると、ダブルポリシリコン構造による容量とC-MOS構造の抵抗とによる場合、 $8\mu s$ の中心値に対してプラスマイナス1パーセント程度、もしくはそれ以上の変動が観測されることはよくあることである。電荷量検出回路におけるこの変動は信号電圧の減衰率に影響を与え

るため、検出すべき電圧に誤差、すなわち雑音を生じさせてしまう。すなわち、低域フィルタ回路は、その時定数が大きいほど、周波数帯域の観点からは雑音を低減するが、上記機構によって発生する雑音は逆に増加させてしまうという副作用がある。

## 【 0 0 2 9 】

動画を撮影する透視モードの場合には、信号量と雑音との比である  $S/N$  が元々小さいため、低域フィルタ回路による雑音低減効果による  $S/N$  上昇の効果のほうが圧倒的に大きい。しかし、静止画を撮影する撮影モードのように、元々の  $S/N$  が透視モードに比較してはるかに大きい場合には、時定数の大きさによっては、低域フィルタ回路による  $S/N$  向上よりも上記機構によって発生する雑音による  $S/N$  劣化のほうが大きくなる場合がある。そのため、透視モードでは低域フィルタ回路の時定数を十分に大きくし、撮影モードの場合には時定数を不必要に大きくしないという工夫が必要になる。

## 【 0 0 3 0 】

上記本発明の構成によれば、上記電圧増幅回路の増幅率が増大するにつれて、上記低域フィルタ回路の時定数も増大する。したがって、動画撮影の場合のように信号電荷量が小さく増幅率を大きくしなければならないときは、低域フィルタ回路の時定数を大きくして雑音量を小さくし、一方、静止画撮影の場合のようにデータの信号電荷量が十分に大きく、電圧増幅回路での増幅率が小さくてもよい場合は、低域フィルタ回路の時定数を小さくすることにより、 $S/N$  を最適の値に維持することができる。それゆえ、上記の構成による効果に加えて、撮影状況にかかわらず、雑音が少なく  $S/N$  の良好な高品位の信号電荷検出を行うことができる。

## 【 0 0 3 1 】

本発明の電荷量検出回路は、さらに、上記のように検出した信号電荷をサンプリングおよび保持するためのサンプルホールド回路 ( $S/H$ ) や、保持された信号電荷をアナログディジタル ( $AD$ ) 変換するためのアナログディジタル変換器 ( $ADC$ )、1つのアナログディジタル変換器に複数の入力を割り当てるためのマルチプレクサ、ディジタル値に変換された信号電荷を保持するためのデータラ

ッチ回路（DL）等をも備えることができる。

【0032】

【発明の実施の形態】

本発明の実施の一形態について図1ないし図12に基づいて説明すれば、以下の通りである。

【0033】

本実施の形態に係る電荷量検出回路は、図1に示す読み取り回路（電荷量検出回路）16として、画像センサ48に用いられるものである。本実施の形態にかかる画像センサ48や読み取り回路16等の構成は、図1ないし図9を用いてすでに説明した通りである。そのためその説明は省略する。

【0034】

まず、本発明の概念的な構成について述べる。すなわち、本発明の読み取り回路16では、LPF（低域フィルタ回路）を構成する要素を、電圧増幅回路（MA）を構成する要素と共用することができる。そのことにより、LPFを構成する要素を減少させることができる。

【0035】

図10（a）に、一つの概念図を示す。同図において、抵抗 $R_a$ と容量 $C_a$ とにより、LPFが構成されている。また、同図に示す演算増幅器OAおよび容量 $C_a$ 、 $C_b$ により、MAが構成されている。 $C_a$ と $C_b$ とはMAの増幅率を決定している。つまり、 $C_a$ は、LPFを構成する容量であると同時にMAを構成する容量でもある。LPFの時定数は $R_a \cdot C_a$ 、MAの増幅率は $C_a / C_b$ となる。 $C_a$ を共用することで、LPFを設けたことによる回路の増加は $R_a$ のみとなる。ここで、演算増幅器OAの非反転入力端子は仮想短絡の概念によってGNDレベルにある。したがって、反転入力端子の電圧である図10（a）のb点の電圧もGNDとなり、演算増幅器OAの動作として、 $R_a$ と $C_a$ との接続部の電圧である図10（a）のa点の電圧が $-C_a / C_b$ 倍に増幅されて出力される。つまり、図10（a）の回路をブロック図的に表すと、図10（b）のように表される。ただし、本構成の回路においては、 $C_a$ が、LPFを構成する容量と、MAを構成する容量とで共有されているため、厳密には等価回路は図10（c）

のように表される。図 1 0 ( a ) の構成の回路において、 $R_a$  と  $C_a$  とは、入力と GND との間に直列に接続されており、 $R_a$  と  $C_a$  とは、図 9 と等価な LPF を構成している。

#### 【 0 0 3 6 】

次に、より具体的な構成について述べる。すなわち、図 1 1 に、一構成例を示す。同図において、抵抗  $R_1$  と容量  $C_2$ 、 $C_3$  とにより、LPF が構成されている。また、同図に示す演算増幅器 OA および容量  $C_1$ 、 $C_2$ 、 $C_3$  により、MA が構成されている。同図に示すように、この構成例では、 $C_3$  を回路に挿入する状態と挿入しない状態とを切り替えられるようになっている。切り替えは、スイッチ  $SW_2$  の制御信号  $CT_2$  で行う。すなわち、スイッチの制御は、制御回路からの制御信号入力によって行い、例えば、同図において、 $CT_2$  がハイであればスイッチ  $SW_2$  は a 側に、ローであれば b 側に接続して、 $C_3$  を回路に挿入する可否かを制御することになる。より具体的には、例えば、透視モード（動画撮影）の場合には  $CT_2$  をハイとして、撮影モード（静止画撮影）の場合には  $CT_2$  をローとする等の方法で制御すればよい。 $C_2$  は  $C_1$  と値が同じ容量であり、回路に常に挿入されている。スイッチ  $SW_1$  は、 $C_1$  に充電された電荷を放電して回路を初期状態にするためのスイッチであり、回路を動作させるときはオフ状態で使用する。本スイッチは本発明とは直接には関係しないため以後の説明は省略する。

#### 【 0 0 3 7 】

$CT_2$  がローのとき、 $SW_2$  は b 側に接続されているので LPF の時定数は  $C_2 \cdot R_1$  となり、MA の増幅率は  $C_2 / C_1$  となる。もし  $C_2 = C_1$  と設定しておけば、このときの増幅率は 1 となる。

#### 【 0 0 3 8 】

$CT_2$  がハイのとき、 $SW_2$  は a 側に接続され、 $C_3$  は  $C_2$  と並列に接続される。そのため LPF の時定数は  $(C_2 + C_3) \cdot R_1$ 、増幅率は  $(C_2 + C_3) / C_1$  となる。

#### 【 0 0 3 9 】

このように、信号レベルが小さくて MA での増幅が必要な場合には、LPF の

時定数が大きくなるので、出力雑音が低減されると同時に、必要な電圧増幅が得られるということになる。倍率を1として使用するのは上述した撮影モードのときである。先述したように撮影モードのときの信号電荷量は透視モードのときの数十倍以上あるので、LPFの効果が小さくても条件次第では十分なS/N（信号対雑音比）が得られる。透視モードでも信号検出を可能とするためには、演算増幅器OAはもともと十分に小さな内在雑音の特性とする必要があり、そのような低雑音の演算増幅器を使うかぎり、LPFが無いかあるいは効果が小さくとも信号電荷量より十分に小さな雑音量となるからである。また、LPFの時定数が必要以上に大きすぎると、S/Nがかえって悪化してしまうことがあるのは前述した通りである。

## 【0040】

図12に、別の構成例を示す。同図において、抵抗 $R_1$ と容量 $C_2$ 、 $C_3$ 、 $C_4$ とにより、LPFが構成されている。また、同図に示す演算増幅器OAおよび容量 $C_1$ 、 $C_2$ 、 $C_3$ 、 $C_4$ により、MAが構成されている。同図に示すように、この構成では、MAの増幅率を多段に切り替えられる構成となっている。SW<sub>2</sub>とSW<sub>3</sub>とがともにa側に接続されていれば、MAの増幅率は $(C_2 + C_3 + C_4) / C_1$ となる。またその時LPFの時定数は $(C_2 + C_3 + C_4) \cdot R_1$ となる。なお、SW<sub>2</sub>のみがa側のときは増幅率は $(C_2 + C_3) / C_1$ で時定数が $(C_2 + C_3) \cdot R_1$ となり、SW<sub>3</sub>のみがa側のときは増幅率は $(C_2 + C_4) / C_1$ で時定数が $(C_2 + C_4) \cdot R_1$ となる。また、SW<sub>2</sub>、SW<sub>3</sub>ともにb側であれば、増幅率は $C_2 / C_1$ で時定数が $C_2 \cdot R_1$ となる。

## 【0041】

このように、この例では、増幅率が $C_2 / C_1$ 、 $(C_2 + C_3) / C_1$ 、 $(C_2 + C_4) / C_1$ 、 $(C_2 + C_3 + C_4) / C_1$ の間で切り替えられ、増幅率に応じ、時定数がそれぞれ $C_2 \cdot R_1$ 、 $(C_2 + C_3) \cdot R_1$ 、 $(C_2 + C_4) \cdot R_1$ 、 $(C_2 + C_3 + C_4) \cdot R_1$ のように切り替わるようになっている。増幅率を高くする必要があるときは信号電荷量が小さいときであり、そのときほどLPFの時定数が大きくなるようになっている。それにより、信号量が小さい時ほど雑音量を小さくすることができる。なお、図11の構成と同様に撮影モードの

時のように増幅率を 1 としたいときは、 $C_2 = C_1$  と設定しておけばよい。

【 0 0 4 2 】

なお、本発明では、電荷量検出回路は、電荷検出アンプの後段に低域フィルタ回路を設け、さらにその後段に電圧増幅回路を設けた回路において、低域フィルタ回路を構成する要素の一部が電圧増幅回路を構成する要素の一部を兼務するように構成してもよい。

【 0 0 4 3 】

また、電荷量検出回路は、上記構成において、低域フィルタ回路は 1 次のフィルタ回路であり、その兼務する要素が容量であるように構成してもよい。

【 0 0 4 4 】

また、電荷量検出回路は、上記構成において、低域フィルタ回路は 1 次のフィルタ回路であり、その兼務する要素が抵抗であるように構成してもよい。

【 0 0 4 5 】

また、電荷量検出回路は、上記構成において、電圧増幅回路の倍率が外部からの制御信号によって制御可能であり、かつその増幅率に対応して低域フィルタ回路の時定数も変化するように構成してもよい。

【 0 0 4 6 】

また、電荷量検出回路は、上記構成において、電荷検出増幅器とその後段の電圧増幅回路を構成する演算増幅器の反転入力端子との間に直列に抵抗（図 1 2 の  $R_1$ ）と容量（図 1 2 の  $C_2$ ）が構成され、該反転入力端子には更に 1 つ以上の容量（ $C_3$ 、 $C_4$ ）が接続されており、該容量の他方の電極はスイッチを介して  $C_2$  と並列に回路に接続できるように構成してもよい。

【 0 0 4 7 】

また、電荷量検出回路は、上記構成において、 $C_3$ 、 $C_4$  が並列接続されない時は、そのスイッチ側の電極がその後段の演算増幅器の非反転入力端子と同一の電位に L S I 内部にて接続されているように構成してもよい。

【 0 0 4 8 】

また、電荷量検出回路は、上記構成において、 $C_2$  と  $C_1$  が同じ値に設定されているように構成してもよい。



## 【 0 0 4 9 】

本発明の1次的な効果は、信号読み出しLSIにLPFを容易に構成可能として、それによって、低雑音の信号読み出しLSIの製造を容易にすることである。また、2次的には、LPFを設けることによるチップサイズを増大を抑え、コストアップを圧縮できることである。

## 【 0 0 5 0 】

本発明においては、動画撮影の場合のようにデータの信号電荷量が小さく、増幅率を大きくしなければならないときは、LPFの時定数を大きくして雑音量を小さくし、一方、静止画撮影の場合のようにデータの信号電荷量が十分に大きく、増幅率が小さくてもよいときは、LPFの時定数を小さくすることにより、S/Nを最適の値に維持することができる。それゆえ、撮影状況にかかわらず、雑音が少なくS/Nの良好な高品位の信号電荷検出を行うことができる。

## 【 0 0 5 1 】

また、LPFの時定数が大きいと、サンプルホールド回路でMAの出力をサンプリングするタイミングによっては、電圧が十分に定常状態に至らないという場合も生じる。サンプリングするまでの時間を十分長くすれば定常状態に達するが、データを読み込むのにかかる時間がその分長くなってしまうという欠点が生じる。また、時間が長くなると、漏れ電流などによる信号電圧の喪失率も増加するので、その点からもS/Nを下げてしまうことになる。本発明は、LPFの時定数を不必要に大きくすることがないので、その点からも効果がある。

## 【 0 0 5 2 】

## 【発明の効果】

以上のように、本発明の電荷量検出回路は、低域フィルタ回路を構成する要素の一部が、電圧増幅回路を構成する要素の一部を兼務している構成である。

## 【 0 0 5 3 】

これにより、その兼務された素子の分だけ、チップサイズを縮小することができるので、低域フィルタ回路を設けることによるチップサイズを増大を可能な限り圧縮し、かつそれによってチップコストの増大も可能な限り抑えることができるという効果を奏する。

## 【 0 0 5 4 】

また、本発明の電荷量検出回路は、上記の構成に加えて、上記電圧増幅回路の増幅率が増大するにつれて、上記低域フィルタ回路の時定数も増大する構成である。

## 【 0 0 5 5 】

これにより、動画撮影の場合のようにデータの信号電荷量が小さく、増幅回路での増幅率を大きくしなければならない場合は、低域フィルタ回路の時定数を大きくして雑音量を小さくし、一方、静止画撮影の場合のようにデータの信号電荷量が十分に大きく、電圧増幅回路での増幅率が小さくてもよい場合は、低域フィルタ回路の時定数を小さくすることにより、 $S/N$ を最適の値に維持することができる。それゆえ、上記の構成による効果に加えて、撮影状況にかかわらず、雑音が少なく $S/N$ の良好な高品位の信号電荷検出を行うことができるという効果を奏する。

## 【 0 0 5 6 】

また、低域フィルタ回路（LPF）の時定数が大きいと、サンプルホールド回路で電圧増幅回路（MA）の出力をサンプリングするタイミングによっては、電圧が十分に定常状態に至らないという場合も生じる。サンプリングするまでの時間を十分長くすれば定常状態に達するが、データを読み込むのにかかる時間がその分長くなってしまうという欠点が生じる。また、時間が長くなると、漏れ電流などによる信号電圧の喪失率も増加するので、その点からも $S/N$ を下げてしまうことになる。本発明は、低域フィルタ回路の時定数を不必要に大きくすることがないので、その点からも効果がある。

## 【図面の簡単な説明】

## 【図 1】

本発明に係る電荷量検出回路を備えたX線センサの構造を示す斜視図である。

## 【図 2】

X線センサの構造を示す、図 1 における A - A 線矢視断面図である。

## 【図 3】

電荷検出増幅器の基本回路の構成を示す回路図である。

【図 4】

1 データ線に対応した画素および電荷検出増幅器の等価回路の構成を示す回路図である。

【図 5】

信号電荷の読み取り動作を示す説明図である。

【図 6】

演算増幅器を用いた典型的な電圧増幅回路の構成を示す回路図である。

【図 7】

a - S e 光電変換層の変換特性の 1 例を示すグラフである。

【図 8】

L P F を設けた 1 入力対応の単位読み取り回路の回路構成を示すブロック図である。

【図 9】

1 次の低域フィルタ回路の構成を示す回路図である。

【図 1 0】

図 1 0 ( a ) は、1 次の低域フィルタ回路および電圧増幅回路の構成を示す回路図であり、図 1 0 ( b ) は、図 1 0 ( a ) の構成をブロック図的に示す回路図であり、図 1 0 ( c ) は、図 1 0 ( a ) の構成の厳密な等価回路をブロック図的に示す回路図である。

【図 1 1】

1 次の低域フィルタ回路および電圧増幅回路の構成を示す回路図である。

【図 1 2】

1 次の低域フィルタ回路および電圧増幅回路の構成を示す回路図である。

【図 1 3】

従来の 1 入力対応の単位読み取り回路の回路構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

- 1 0 走査線
- 1 0 i 走査線
- 1 2 データ線

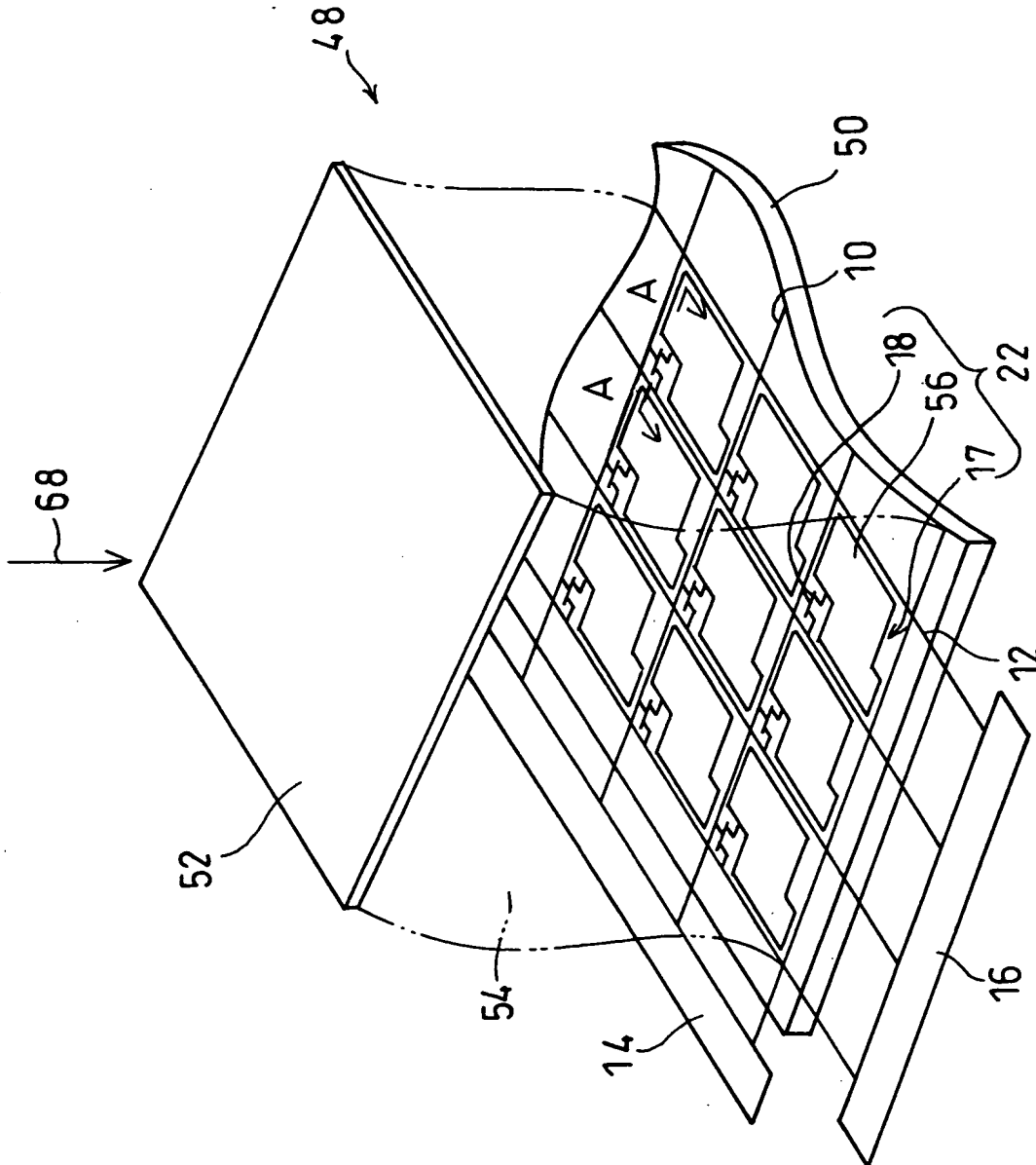
1 2 j	データ線
1 4	走査駆動器
1 6	読み取り回路（電荷量検出回路）
1 7	蓄積容量
1 8	スイッチ素子
2 0	電荷検出増幅器
2 0 a	演算増幅器
2 0 b	帰還容量
2 0 c	リセットスイッチ
2 2	画素
4 8	画像センサ
5 0	硝子基板
5 2	バイアス電極
5 4	光電変換層
5 6	画素電極
5 8	絶縁膜
6 0	補助電極
6 8	X線光子
A D C	A D 変換器
C d 1	容量
C S A	電荷検出増幅器
C T <sub>2</sub>	制御信号
D L	データラッチ回路
G ( i )	電圧
L P F	低域フィルタ回路
M A	電圧増幅回路
O A	演算増幅器
R s t	リセット信号
S / H	サンプルホールド回路

$SW_1$ 、 $SW_2$ 、 $SW_3$       スイッチ

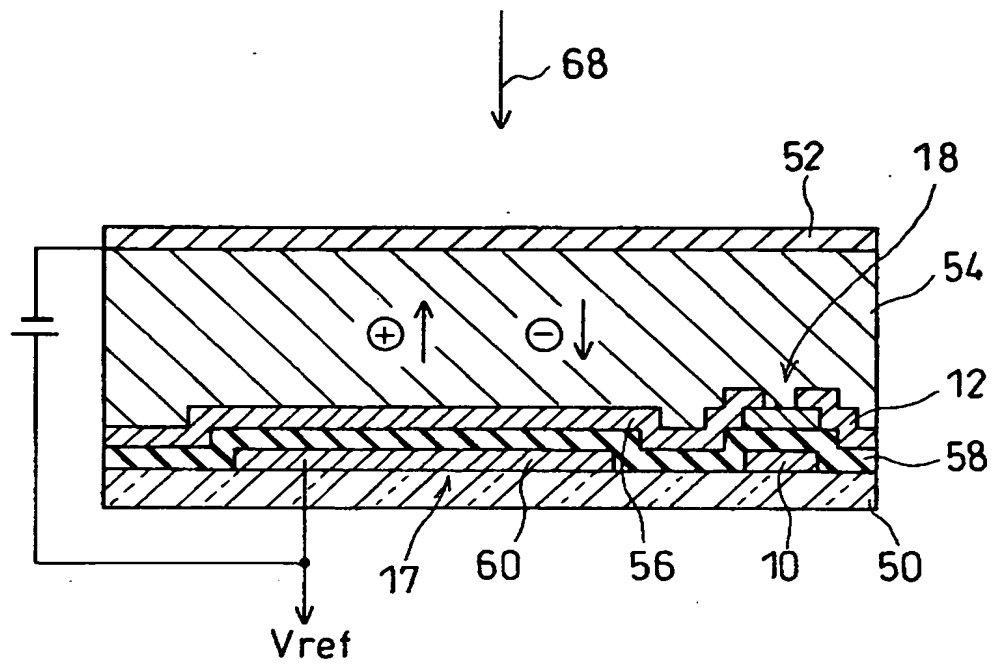
【書類名】

図面

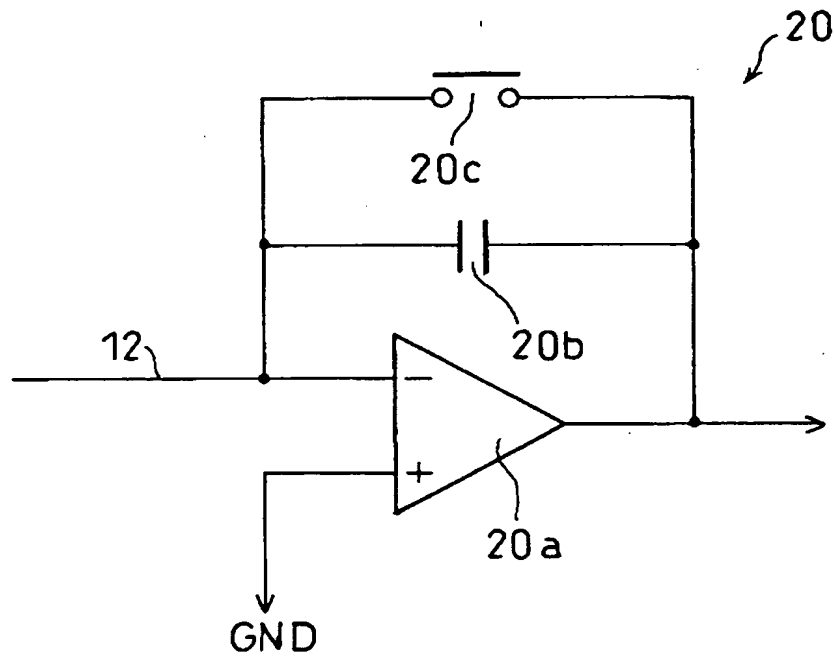
【図 1】



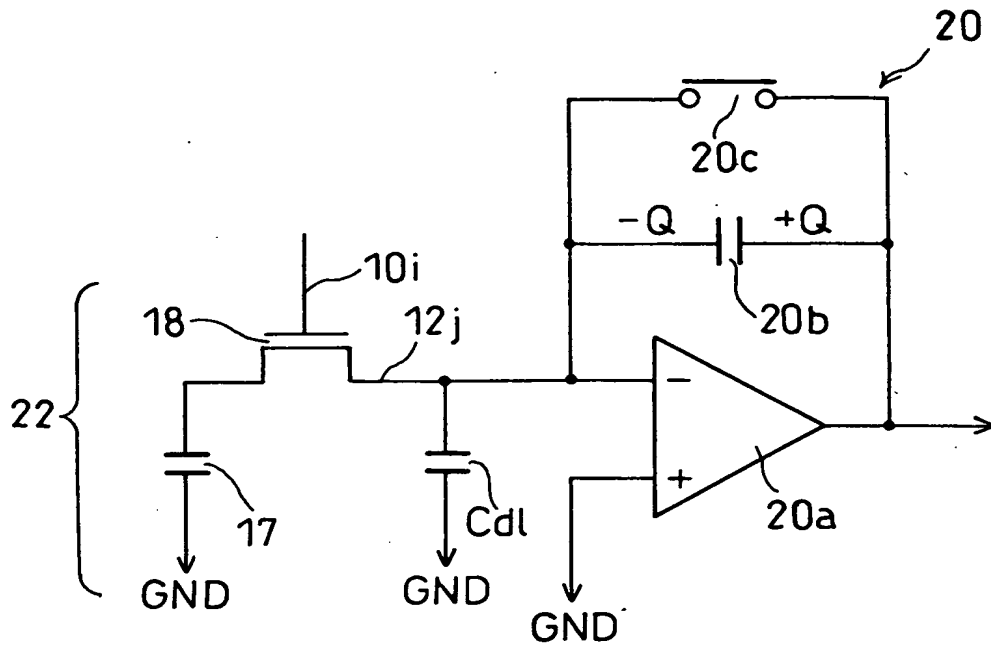
【図 2】



【図 3】

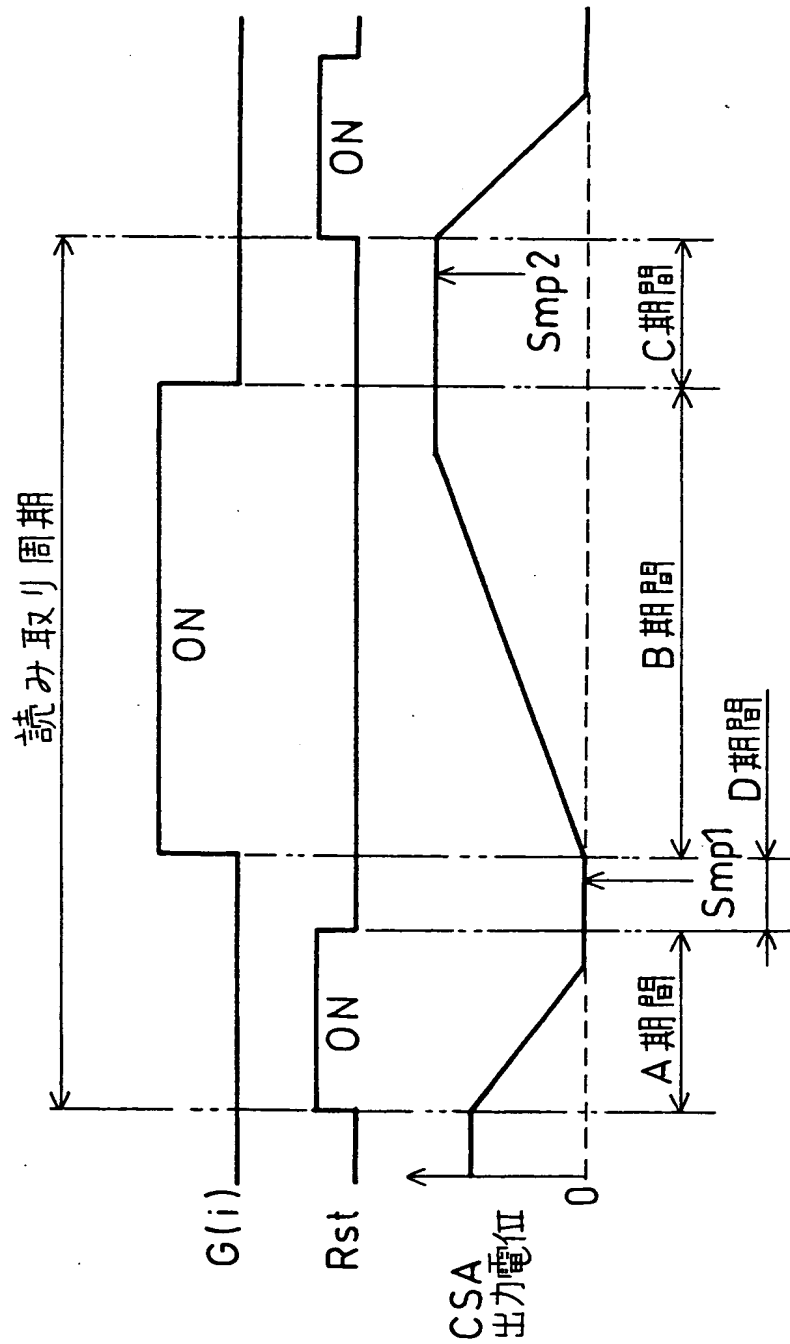


【図 4】

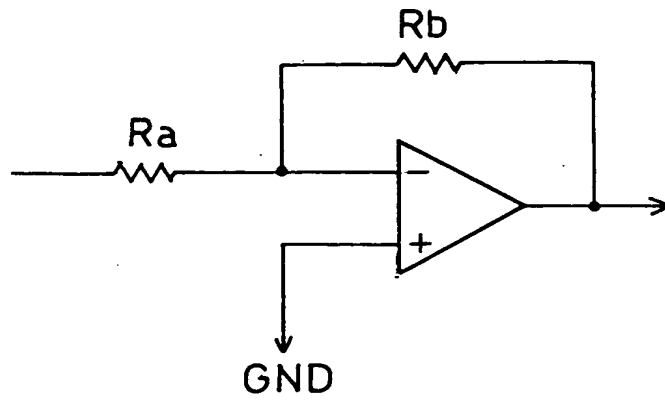




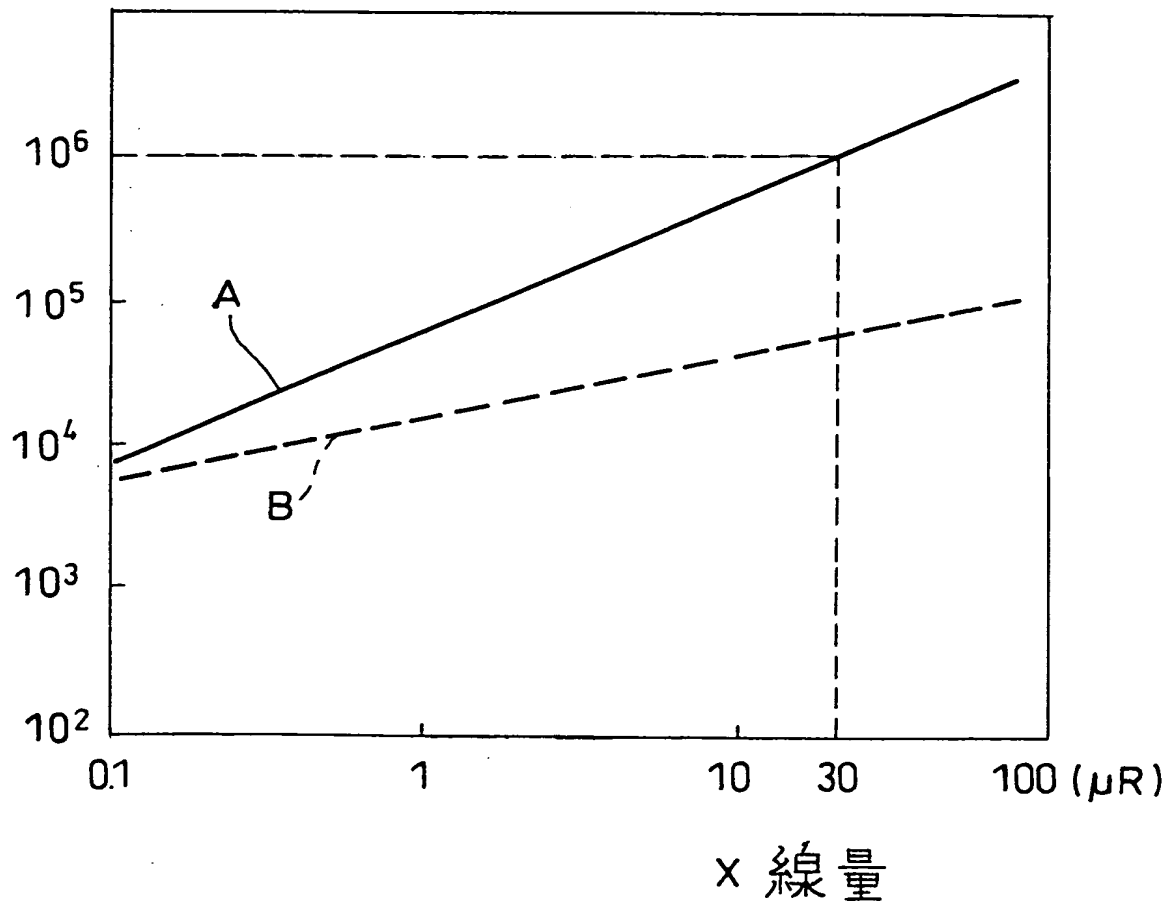
【図 5】



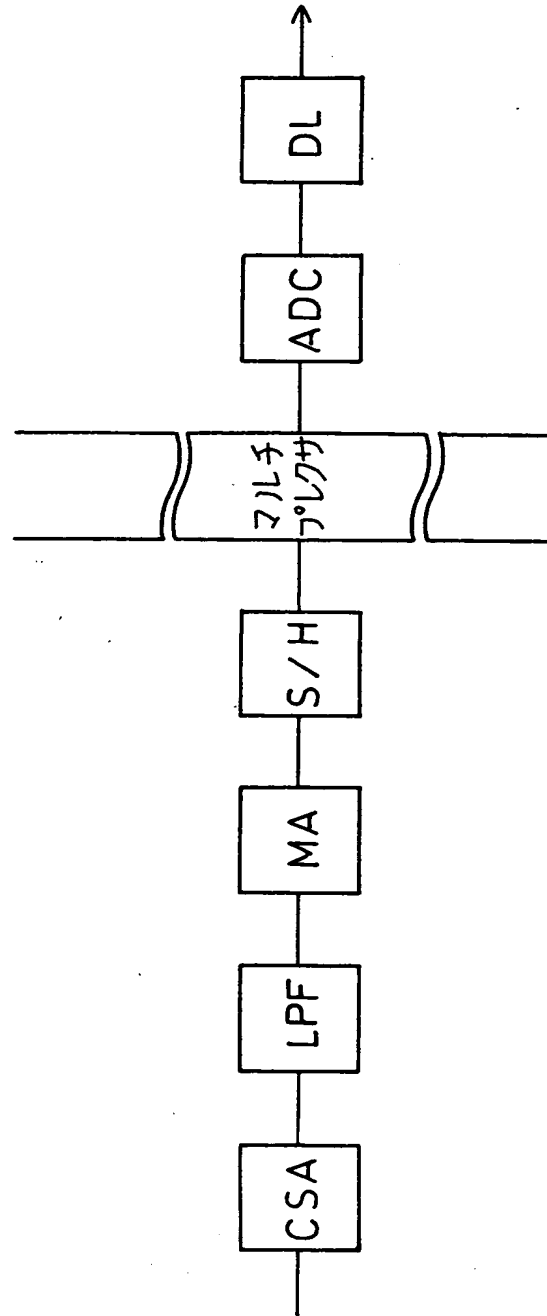
【図 6】



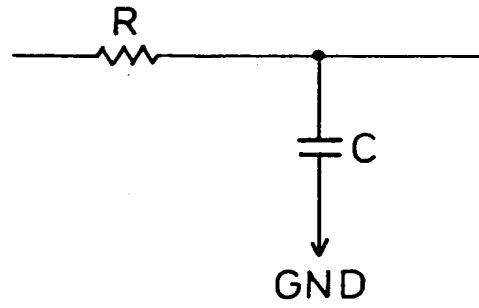
【図 7】



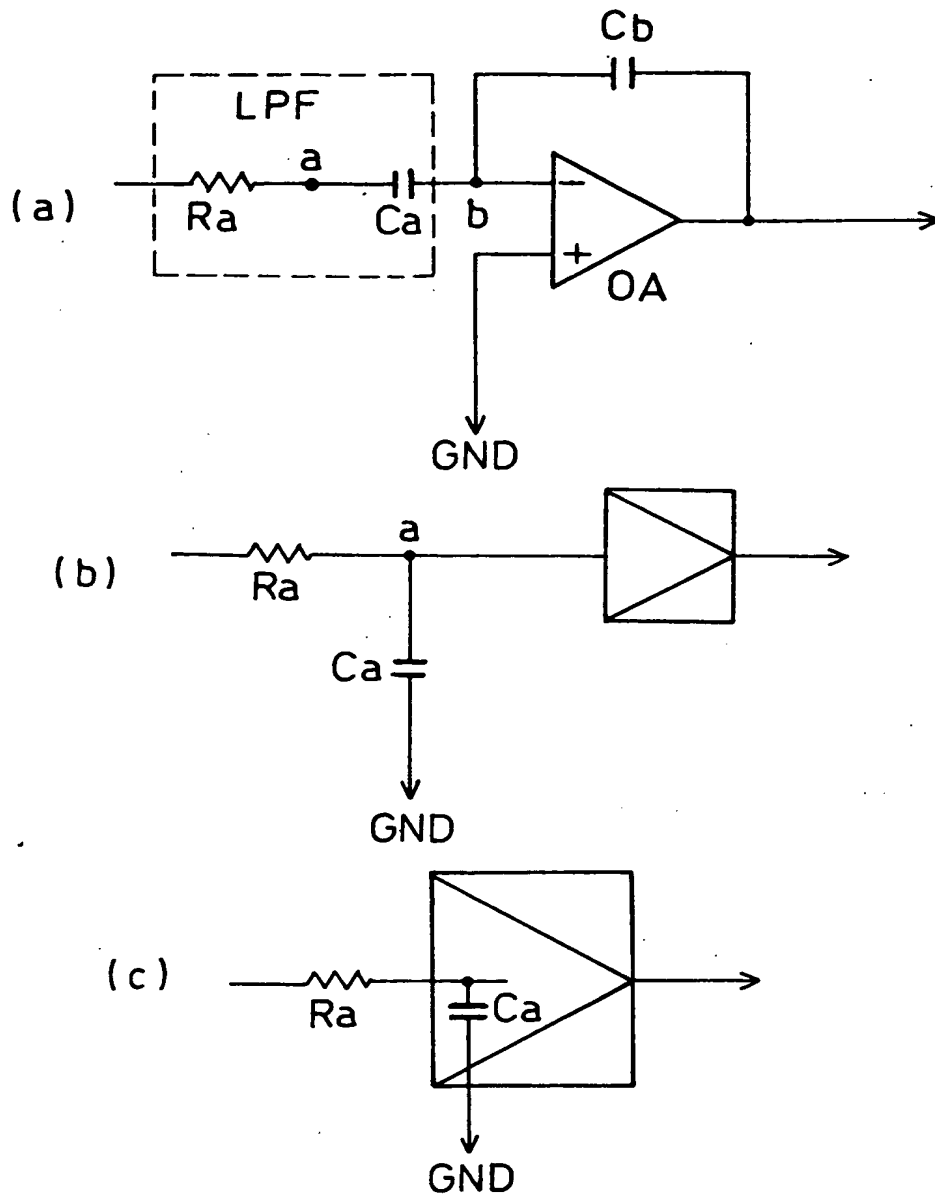
【図 8】



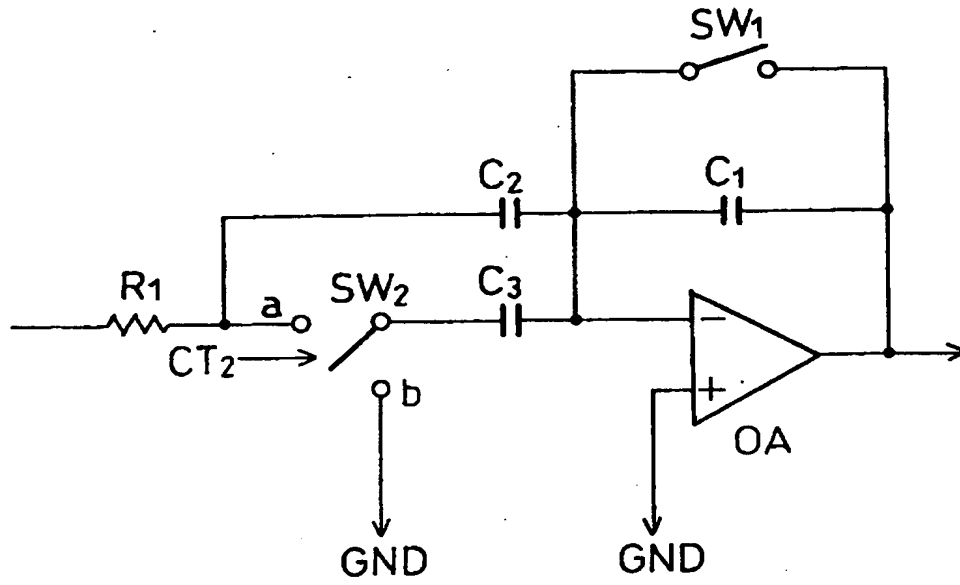
【図 9】



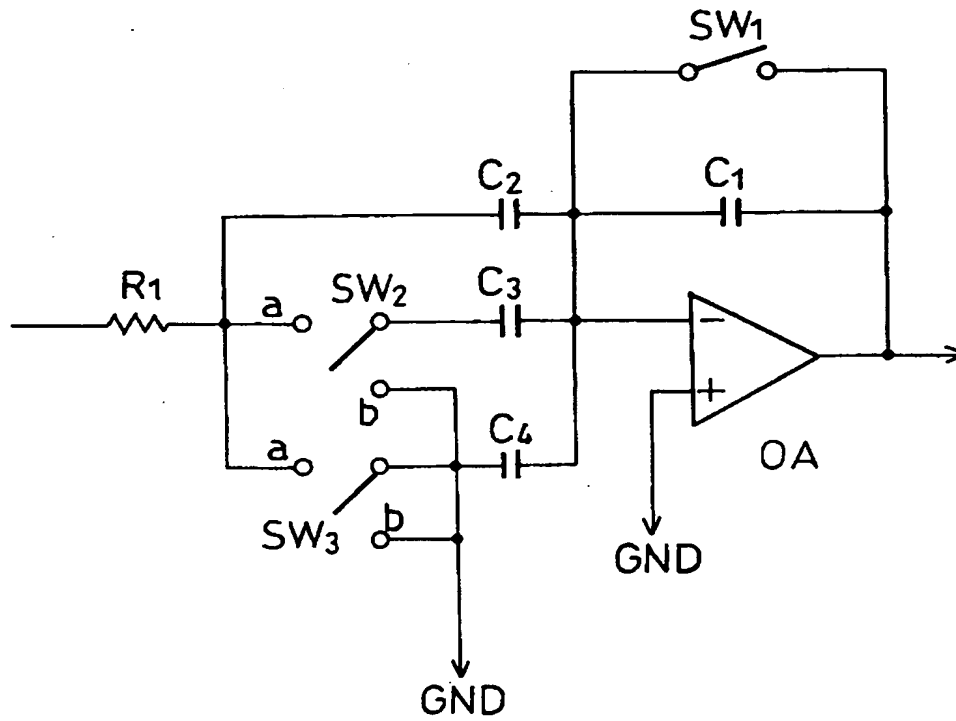
【図 10】



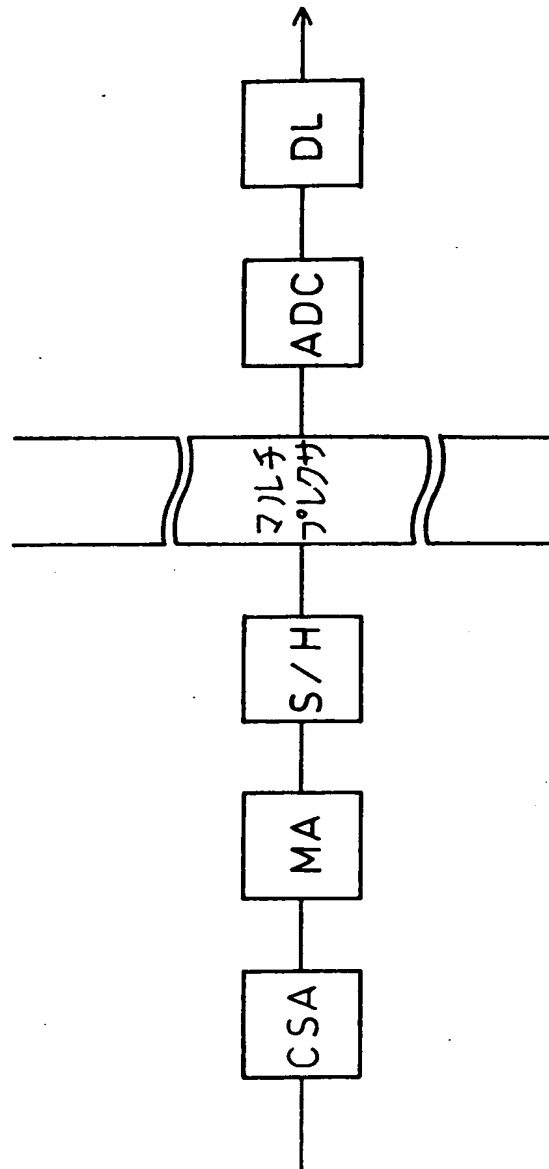
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 13】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 電荷検出増幅器の後段に低域フィルタ回路を設け、さらにその後段に電圧増幅回路を設けた電荷量検出回路において、低域フィルタ回路を設けることによるチップサイズの増大を可能な限り圧縮し、かつそれによってチップコストの増大も可能な限り抑える。

【解決手段】 低域フィルタ回路を構成する要素の一部に、電圧増幅回路を構成する要素の一部を兼務させる。

【選択図】 図 1 1



出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005049]

1. 変更年月日	1990年 8月29日
[変更理由]	新規登録
住 所	大阪府大阪市阿倍野区长池町22番22号
氏 名	シャープ株式会社